

ICS 29.020; 33.100

Septiembre 1996

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Sección 8: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia industrial

Norma básica de CEM

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 8: Power frequency magnetic field immunity test. Basic EMC Publication.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 8: Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau. Publication fondamentale en CEM.

CORRESPONDENCIA

Esta norma UNE es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-8 de fecha septiembre de 1993, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 1000-4-8:1993.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta Norma Española ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 20-21 *Electrotécnico* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 32961:1996

©AENOR 1996
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Fernández de la Hoz, 52
28010 MADRID-España

Teléfono (91) 432 60 00
Telefax (91) 310 36 95

33 Páginas

Grupo 21

CDU 621.37.001.365

Descriptores: Compatibilidad electromagnética, perturbación radioeléctrica, ensayo, técnica de medida, campo electromagnético.

Versión en español

**Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida
Sección 8: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos
a frecuencia industrial
Norma básica de CEM**

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4: Testing and measurement techniques. Section 8: Power frequency magnetic field immunity test. Basic EMC Publication. (IEC 1000-4-8:1993).

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 8: Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau. Publication fondamentale en CEM. (CEI 1000-4-8:1993).

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 4: Prüf- und Meßverfahren. Hauptabschnitt 8: Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen EMV-Grundnorm. (IEC 1000-4-8:1993).

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1992-06-16. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la Norma Europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta Norma Europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

©1993 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	6
DECLARACIÓN	6
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	8
2 NORMAS PARA CONSULTA	8
3 GENERALIDADES	9
4 DEFINICIONES	9
4.1 ESE	9
4.2 Bobina de inducción	9
4.3 Factor de la bobina de inducción	9
4.4 Método por inmersión	9
4.5 Método de proximidad	10
4.6 Plano de tierra (de referencia) (PT)	10
4.7 Red de desacoplamiento, filtro antirretorno	10
5 NIVELES DE ENSAYO	10
6 EQUIPO DE ENSAYO	10
6.1 Generador de ensayo	11
6.2 Bobina de inducción	12
6.3 Instrumentación de ensayo e instrumentación auxiliar	14
7 INSTALACIÓN DE ENSAYO	14
7.1 Plano de tierra (de referencia) (PT)	14
7.2 Equipo sometido a ensayo	14
7.3 Generador de ensayo	15
7.4 Bobina de inducción	15
8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	15
8.1 Condiciones de referencia del laboratorio	15
8.2 Realización del ensayo	16
9 RESULTADOS E INFORME DEL ENSAYO	17
 ANEXOS	
A MÉTODO DE CALIBRACIÓN DE LAS BOBINAS DE INDUCCIÓN	21
B CARACTERÍSTICAS DE LAS BOBINAS DE INDUCCIÓN	22
C SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE ENSAYO	28
D INFORMACIÓN SOBRE LA INTENSIDAD DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS A FRECUENCIA INDUSTRIAL	30

	Página
FIGURAS	
1 Ejemplo de aplicación del campo por el método por inmersión	18
2 Esquema del generador de ensayo que produce el campo magnético a la frecuencia industrial	18
3 Ejemplo de instalación de ensayo para equipo de mesa	19
4 Ejemplo de instalación de ensayo para equipo dispuesto sobre el suelo	19
5 Ejemplo de investigación de la susceptibilidad a los campos magnéticos por el método de proximidad	20
6 Representación de las bobinas de Helmholtz	20
B.1 Características del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en su plano	24
B.2 Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en su plano	24
B.3 Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado), en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de la bobina)	25
B.4 Área a 3 dB del campo generado por dos bobinas de inducción cuadradas (de 1 m de lado), separadas 0,6 m, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de las bobinas)	25
B.5 Área a 3 dB del campo generado por dos bobinas de inducción cuadradas (de 1 m de lado), separadas 0,8 m, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de las bobinas)	26
B.6 Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) en su plano	26
B.7 Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) en su plano (considerando el plano de tierra como un lado de la bobina)	27
B.8 Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) con plano de tierra, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de la bobina)	27
ANEXO ZA OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES	33

ANTECEDENTES

El texto del documento 77(BC)7, preparado por el Subcomité 77B *Fenómenos de alta frecuencia*, del Comité Técnico 77 de CEI *Compatibilidad Electromagnética*, fue sometido al voto paralelo de CEI-CENELEC en setiembre de 1991.

El documento de referencia fue aprobado por CENELEC como EN 61000-4-8 el 16 de junio de 1992.

Se fijaron las siguientes fechas:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – fecha límite de publicación de una norma nacional idéntica | (dop) | 1994-06-01 |
| – fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes | (dow) | 1994-06-01 |

Los anexos designados "normativos" forman parte del cuerpo de la norma.

Los anexos designados "informativos" se dan sólo para información.

En esta norma, los anexos A, B y ZA son normativos y los anexos C y D son informativos.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 1000-4-8:1993 fue aprobado por CENELEC como Norma Europea sin ninguna modificación.

INTRODUCCIÓN

Esta Norma forma parte de la serie de Normas CEI 1000, de acuerdo con la estructura siguiente:

Parte 1: Generalidades

- Consideraciones generales (introducción, principios fundamentales)
- Definiciones, terminología

Parte 2: Entorno

- Descripción del entorno
- Clasificación del entorno
- Niveles de compatibilidad

Parte 3: Límites

- Límites de emisión
- Límites de inmunidad (en la medida en que no corresponden a la responsabilidad de los comites de producto)

Parte 4: Técnicas de ensayo y medida

- Técnicas de medida
- Técnicas de ensayo

Parte 5: Guías de instalación y de atenuación

- Guías de instalación
- Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 9: Varios

Cada parte esta a su vez subdividida en secciones que serán publicadas como Normas Internacionales o como Informes Técnicos.

Estas Normas e Informes serán publicados en orden cronológico y numerados de forma consecuyente.

Esta sección es una Norma Internacional que da requisitos de inmunidad y procedimientos de ensayo relativos a los "campos magnéticos a frecuencia industrial".

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Internacional trata de los requisitos de inmunidad de los equipos, solamente en condiciones de funcionamiento, frente a las perturbaciones magnéticas a la frecuencia industrial en:

- locales comerciales y residenciales;
- instalaciones industriales y centrales eléctricas;
- subestaciones de alta y media tensión.

Las condiciones de aplicación de esta norma a los equipos instalados en diferentes circunstancias están determinadas por la presencia del fenómeno tal como se especifica en el capítulo 3.

Esta norma no considera las perturbaciones debidas a los acoplamientos capacitivo o inductivo entre cables y otras partes de la instalación.

Existen otras normas CEI sobre perturbaciones conducidas que cubren estos aspectos.

Esta norma tiene por objeto establecer una base común y reproducible para evaluar el comportamiento de los equipos eléctricos y electrónicos de uso doméstico, comercial o industrial, cuando se hallan sometidos a campos magnéticos a la frecuencia industrial (campos continuos o de corta duración).

La norma define los siguientes elementos:

- los niveles de ensayo recomendados;
- los equipos de ensayo;
- la instalación de ensayo;
- el procedimiento de ensayo.

Podrían ser objeto de ensayos normalizados, otros tipos campos magnéticos, por ejemplo:

- campos a otras frecuencias (16 2/3-20 ó 30-400 Hz);
- campos de corrientes armónicas (100 Hz a 2 000 Hz);
- campos de frecuencias más elevadas (hasta 150 Hz, por ejemplo, para teleseñalización);
- campos de corriente continua (c.c.).

2 NORMAS PARA CONSULTA

La norma que a continuación se relaciona contiene disposiciones válidas para esta Norma Internacional. En el momento de la publicación la edición indicada estaba en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta Norma Internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la norma indicada a continuación. Los miembros de CEI e ISO poseen el registro de Normas Internacionales en vigor en cada momento.

CEI 68-1: 1988 – *Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía.*

3 GENERALIDADES

El campo magnético al que se encuentra sometido el equipo puede afectar su buen funcionamiento así como el de los sistemas en los que esté integrado.

Los ensayos siguientes tienen por objeto comprobar la inmunidad del equipo cuando es sometido a los campos magnéticos, a la frecuencia industrial, aplicados en el emplazamiento y condiciones de instalación que se especifican (por ejemplo, proximidad del equipo a la fuente perturbadora).

El campo magnético a la frecuencia industrial de red está generado por corrientes a dicha frecuencia en conductores o, más raramente, por otros aparatos (por ejemplo, fugas de transformadores) próximas al equipo.

Debido a la influencia de conductores próximos conviene distinguir entre:

- la corriente en condiciones normales de funcionamiento, que produce un campo magnético estable de amplitud relativamente débil;
- la corriente en condiciones de avería, que puede producir campos magnéticos relativamente elevados, de corta duración, hasta que se activen los dispositivos de protección (algunos milisegundos, en el caso de fusibles, del orden de segundos si se trata de relés de protección).

El ensayo bajo un campo magnético estable puede aplicarse a todo tipo de equipos, destinados a las redes públicas o industriales de baja tensión o a las centrales eléctricas.

El ensayo bajo un campo magnético de corta duración producido por averías, requiere niveles diferentes de los de las condiciones de campo estable; los valores más elevados se aplican principalmente a los equipos que han de ser instalados en lugares expuestos de las centrales eléctricas.

La forma de onda del campo de ensayo es la de la frecuencia de la red.

En la mayor parte de los casos (zonas residenciales, subestaciones y centrales eléctricas en condiciones de funcionamiento normales), los campos magnéticos producidos por armónicos son despreciables. Sin embargo, en casos muy especiales como en zonas fuertemente industrializadas (grandes convertidores de potencia, etc.) sí están presentes y deberán ser tenidos en cuenta en una futura revisión de esta norma.

4 DEFINICIONES

En esta norma se utilizan los siguientes términos y definiciones, relativos únicamente al campo de las perturbaciones magnéticas; no todos se incluyen en el VEI (50) 161.

4.1 ESE: Equipo sometido a ensayo.

4.2 bobina de inducción: Bucle conductor de forma y dimensiones definidas, por el que circula una corriente que genera un campo magnético constante en su plano y en el volumen contenido.

4.3 factor de la bobina de inducción: Relación entre la intensidad del campo magnético generado por una bobina de inducción de dimensiones dadas y el valor de la corriente correspondiente; el campo se mide en el centro de la bobina, sin el ESE.

4.4 método por inmersión: Método de aplicación del campo magnético al ESE, colocado en el centro de la bobina de inducción (figura 1).

4.5 método de proximidad: Método de aplicación del campo magnético al ESE, en el que una pequeña bobina de inducción se desplaza a lo largo de la superficie del ESE para detectar las zonas particularmente sensibles.

4.6 plano de tierra (de referencia) (PT): Superficie plana conductora cuyo potencial se toma como referencia para el generador del campo magnético y el equipo auxiliar (el plano de tierra puede ser utilizado para cerrar el bucle que constituye la bobina de inducción, véase la figura 4). (VEI 161-04-36, modificado).

4.7 red de desacoplamiento, filtro antirretorno: Circuito eléctrico destinado a evitar la influencia mutua con otro equipo no sometido al ensayo de campo magnético.

5 NIVELES DE ENSAYO

El rango preferente de los niveles de ensayo para la aplicación de los campos magnéticos continuo y de corta duración, relativos a las redes de distribución de 50 Hz y 60 Hz, se indican en las tablas 1 y 2.

La intensidad de campo magnético se expresa en A/m; 1 A/m corresponde a una inducción en el espacio libre de 1,26 μ T.

Tabla 1
Niveles de ensayo para campo continuo

Nivel	Intensidad de campo magnético A/m
1	1
2	3
3	10
4	30
5	100
x ¹⁾	especial

NOTA 1 – "x" es un nivel no definido. Este nivel puede ser dado en la especificación de producto.

Tabla 2
Niveles de ensayo para corta duración 1 s a 3 s

Nivel	Intensidad de campo magnético A/m
1	n.a. ²⁾
2	n.a. ²⁾
3	n.a. ²⁾
4	300
5	1000
x ¹⁾	especial

NOTAS

- 1 "x" es un nivel no definido. Este nivel, así como la duración del ensayo de campo de corta duración pueden ser dados en la especificación de producto.
- 2 n.a. = no aplicable.

La información relativa a la selección de los niveles de ensayo viene dado en el anexo C.

La información sobre los niveles reales viene dada en el anexo D.

6 EQUIPO DE ENSAYO

El campo magnético de ensayo se obtiene mediante la circulación de una corriente en una bobina de inducción. El campo se aplica al ESE por el método por inmersión.

En la figura 1 aparece un ejemplo del método.

El equipo de ensayo consiste en la fuente de la corriente (generador de ensayo), la bobina de inducción y la instrumentación auxiliar para el ensayo.

6.1 Generador de ensayo

El generador, cuya forma de onda de salida corresponde al campo magnético de ensayo, debe ser capaz de suministrar la corriente requerida a las bobinas de inducción especificadas en 6.2.

En consecuencia el rango de potencia del generador debe tener en cuenta la impedancia de las bobinas; la inductancia puede variar desde 2,5 μH para la bobina normalizada de 1 m a varios μH (por ejemplo, 6 μH) para una bobina de inducción rectangular (1 m x 2,6 m véase 6.2).

Las especificaciones del generador son:

- rango de corriente, determinado por el máximo nivel de ensayo elegido y por el máximo factor de bobina de inducción (véase 6.2.2. y anexo A), que varía desde 0,87 m^{-1} (bobina normalizada de 1 m para ensayo de equipos de mesa o pequeños) a 0,66 m^{-1} (bobina de inducción rectangular de 1 m x 2,6 m para ensayo de equipos dispuestos sobre el suelo o de gran tamaño);
- operatividad en presencia de cortocircuitos;
- terminal inferior de salida conectado al borne de tierra (para conexión a la tierra de seguridad del laboratorio);
- precauciones para evitar la emisión de perturbaciones importantes que puedan inyectarse en la red de alimentación o influir los resultados de los ensayos.

Las características y prestaciones de la fuente de corriente o del generador de ensayo, para los diferentes campos considerados, se indican en 6.1.1

6.1.1 Características y prestaciones del generador de ensayo. La fuente de corriente consiste generalmente en un regulador de tensión (conectado a la red de alimentación), un transformador de intensidad y un circuito para el control de las aplicaciones de corta duración. El generador deber ser capaz de funcionar en modo continuo o en modo de corta duración.

Características

Rango de la corriente de salida para el funcionamiento continuo:	1 A a 100 A, dividido por el factor de bobina.
Rango de la corriente de salida para el funcionamiento de corta duración:	300 A a 1 000 A, dividido por el factor de bobina.
Factor total de distorsión de la corriente de salida:	inferior a 8%.
Tiempo programable para el funcionamiento de corta duración:	1 s a 3 s.

NOTA – El rango de la corriente de salida para la bobina normalizada será de 1,2 A a 120 A para el modo continuo y de 350 A a 1 200 A para el modo de corta duración.

La forma de onda de la corriente de salida es sinusoidal.

El esquema del generador se representa en la figura 2.

6.1.2 Comprobación de las características del generador de ensayo. Para comparar los resultados obtenidos con los diferentes generadores de ensayo, es necesario comprobar los parámetros de la corriente de salida.

La corriente de salida debe ser comprobada con el generador conectado a la bobina de inducción normalizada especificada en 6.2.1 a); la conexión debe ser realizada con los conductores trenzados, de 3 m de longitud máxima y sección adecuada.

Debe ser comprobada la emisión de perturbaciones producidas por el generador (véase 6.1).

Las características que deben ser comprobadas son:

- valor de la corriente de salida;
- factor de distorsión total.

Las comprobaciones se llevarán a efecto con una pinza amperimétrica y un instrumental de medida cuya precisión sea del $\pm 2\%$.

6.2 Bobina de inducción

6.2.1 Características de la bobina de inducción. La bobina de inducción, conectada al generador de ensayo definido más arriba (véase 6.1.1), debe generar un campo cuya intensidad corresponda al nivel de ensayo elegido y a la precisión pedida.

La bobina de inducción debe ser de cobre, aluminio o de cualquier otro material conductor no magnético, de tal sección y disposición mecánica que se mantenga estable durante los ensayos.

Es deseable que los campos magnéticos considerados en esta norma sean generados por la misma bobina; ésta puede ser de una sola espira, debiendo poder soportar la corriente necesaria para el nivel de ensayo elegido.

Puede utilizarse una bobina de varias espiras con el fin de que la corriente de ensayo sea menor.

Las dimensiones de la bobina de inducción deben ser tales que ésta pueda circundar el ESE (consideradas sus tres posiciones ortogonales).

Pueden ser utilizadas bobinas de inducción de diferentes dimensiones, dependiendo del tamaño del ESE.

Se recomiendan las dimensiones indicadas más abajo para que los campos magnéticos generados comprendan todo el volumen de los ESE (equipos de mesa o equipos dispuestos sobre el suelo), con una variación aceptable de ± 3 dB.

Las características de las bobinas de inducción con relación a la distribución del campo magnético, se señalan en el anexo B.

a) *Bobina de inducción para equipos de mesa*

La bobina de inducción de dimensiones normalizadas destinada al ensayo de equipos pequeños (por ejemplo, terminales de ordenador, medidores de vatios-hora, transmisores para control de procesos, etc.), tiene forma cuadrada (o circular) de 1 m de lado (o diámetro) y constituida con un conductor de sección relativamente pequeña.

El volumen de ensayo de una bobina cuadrada normalizada es de 0,6 m x 0,6 m x 0,5 m (altura).

Puede utilizarse una bobina doble de tamaño normalizado (bobina de Helmholtz) para obtener una homogeneidad del campo mejor que 3 dB, en los ensayos de ESE más grandes.

La bobina doble (bobina de Helmholtz) debe estar formada por dos o más series de espiras, adecuadamente espaciadas (véase figura 6, figura B.4, figura B.5).

El volumen de ensayo de una bobina doble normalizada, con una separación de 0,8 m y para una homogeneidad mejor que 3 dB, es de 0,6 m x 0,6 m x 1 m (altura).

Por ejemplo, para una no homogeneidad de 0,2 dB, las bobinas de Helmholtz tienen las dimensiones y separaciones indicadas en la figura 6.

b) Bobina de inducción para los equipos dispuestos sobre el suelo

Las bobinas de inducción deben construirse teniendo en cuenta las dimensiones del ESE y las diferentes polarizaciones del campo.

La bobina debe ser capaz de circundar el ESE; sus dimensiones deben ser tales que los conductores que la conforman mantengan una distancia mínima a las paredes del ESE igual a 1/3 del lado del ESE considerado.

Las bobinas deben estar construidas con conductores cuya sección sea relativamente pequeña.

NOTA – Debido a las posibles grandes dimensiones del ESE, las bobinas pueden estar construidas con secciones en "C" o en "T" para asegurar una rigidez mecánica suficiente.

El volumen de ensayo viene determinado por el área de ensayo de la bobina (60% x 60% de cada lado) multiplicado por una profundidad igual al 50% del lado más corto de la bobina.

6.2.2 Calibración de la bobina de inducción, factor de bobina. Para hacer posible la comparación de los resultados obtenidos con los diferentes equipos de ensayo, las bobinas de inducción deben ser calibradas en sus condiciones de funcionamiento antes de comenzar los ensayos (sin el ESE, en condiciones de espacio libre).

Una bobina de inducción de dimensiones adecuadas a las del ESE, debe situarse por lo menos a 1 m de la pared del laboratorio y de cualquier material magnético, utilizando soportes aislantes y debiendo conectarla al generador de ensayo, según se indica en 6.1.2.

Deben utilizarse sensores de campo magnético para comprobar el campo generado por la bobina de inducción.

El sensor de campo debe colocarse en el centro de la bobina de inducción (sin el ESE), orientado de forma que detecte el máximo valor del campo.

Debe ser ajustada la corriente de la bobina de inducción para obtener la intensidad de campo correspondiente al nivel de ensayo.

La calibración debe efectuarse a la frecuencia industrial.

El procedimiento de calibración debe ser aplicado con el generador de ensayo y la bobina de inducción.

El factor de bobina se determina (y comprueba) mediante el citado procedimiento.

El factor de bobina da el valor de la corriente que hay que inyectar en la bobina para obtener el campo magnético de ensayo requerido (H/I).

En el anexo A se indican informaciones sobre la medida de los campos magnéticos.

6.3 Instrumentación de ensayo e instrumentación auxiliar

6.3.1 Instrumentación de ensayo. La instrumentación de ensayo comprende el sistema de medida de corriente (sensores e instrumentos) para determinar y medir la corriente inyectada en la bobina de inducción.

NOTA – Las redes de terminación, filtros antirretorno, etc. para el suministro de energía, las líneas de control y de señales que forman parte de la instalación de ensayo, pueden ser utilizadas para otros ensayos.

El sistema de medida de corriente es un instrumento de medida calibrado, pinza amperimétrica o shunt.

La precisión de la instrumentación de medida debe ser $\pm 2\%$.

6.3.2 Instrumentación auxiliar. La instrumentación auxiliar comprende un simulador y cualquier otro instrumento necesario para la comprobación de las características funcionales del ESE.

7 INSTALACIÓN DE ENSAYO

La instalación de ensayo comprende los elementos siguientes:

- plano de tierra (PT);
- equipo sometido a ensayo (ESE);
- bobina de inducción;
- generador de ensayo.

Deben ser adoptadas precauciones si el campo magnético de ensayo interfiere la instrumentación de ensayo y otros equipos sensibles próximos a la instalación.

En las figuras que se citan se dan ejemplos de instalaciones de ensayo:

Fig. 3 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo de mesa.

Fig. 4 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo dispuesto sobre el suelo.

7.1 Plano de tierra (de referencia) (PT)

El plano de tierra (PT) debe estar situado en el laboratorio; el ESE y los equipos auxiliares de ensayo deben estar sobre dicho plano y conectados al mismo.

El plano de tierra debe consistir en una plancha de metal no magnético (cobre o aluminio) de 0,25 mm de espesor; pueden utilizarse otros metales pero, en este caso, el espesor mínimo deber ser de 0,65 mm.

Las dimensiones mínimas del plano de tierra deben ser 1 m x 1 m.

Las medidas finales dependen del tamaño del ESE.

El plano de tierra debe estar conectado al sistema de tierra de seguridad del laboratorio.

7.2 Equipo sometido a ensayo

El equipo debe disponerse y conectarse de forma que responda a sus requisitos de funcionalidad. Debe colocarse sobre el PT del que se mantendrá separado mediante un soporte aislante de 0,1 m de espesor (de madera seca, por ejemplo).

Las cajas que contienen cada equipo deben conectarse a la tierra de seguridad directamente al PT a través del borne de tierra del ESE.

La alimentación y los circuitos de entrada y salida deben conectarse a las fuentes de alimentación, de control y de señal.

Deben ser utilizados los cables suministrados o recomendados por el fabricante del equipo. En su defecto, deben utilizarse cables no apantallados, de características adecuadas a las señales implicadas. Todos los cables deben estar expuestos al campo magnético a lo largo de 1 m

En su caso, deben insertarse filtros antirretorno en los circuitos a 1 m de distancia del ESE y conectarse al plano de tierra.

Las líneas de comunicación (líneas de datos) deben conectarse al ESE con los cables previstos para esta aplicación en la especificación técnica o norma apropiada.

7.3 Generador de ensayo

El generador de ensayo debe colocarse a menos de 3 m de la bobina de inducción.

Debe conectarse un terminal del generador al plano de tierra durante su utilización.

7.4 Bobina de inducción

La bobina de inducción, conforme a las características especificadas en 6.2.1, debe circundar al ESE colocado en su centro.

Pueden ser elegidas bobinas de inducción diferentes para realizar los ensayos en distintas direcciones ortogonales, de acuerdo con los criterios generales especificados en 6.2.1 a) y b).

Las bobinas de inducción utilizadas en posición vertical (polarización horizontal del campo) pueden ser conectadas directamente al plano de tierra, que constituye el lado inferior de la bobina y forma así parte de ella. En este caso, es suficiente una distancia mínima de 0,1 m del ESE al plano de tierra.

La bobina de inducción debe conectarse al generador de ensayo de la misma manera que en el procedimiento de calibración especificado en 6.2.2.

La bobina de inducción designada para los ensayos debe ser especificada en el programa de ensayos.

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El procedimiento de ensayo debe comprender:

- comprobación de las condiciones de referencia del laboratorio;
- comprobación previa del funcionamiento correcto del equipo;
- realización del ensayo;
- evaluación de los resultados del ensayo.

8.1 Condiciones de referencia del laboratorio

Para reducir al mínimo la influencia del entorno sobre los resultados del ensayo, ésta debe realizarse en las condiciones climáticas y electromagnéticas especificadas en 8.1.1 y 8.1.2.

8.1.1 Condiciones climáticas. Los ensayos deben realizarse, conforme a la norma CEI 68-1, en las condiciones climáticas normalizadas siguientes:

- temperatura: 15 °C a 35 °C;
- humedad relativa: 25% a 75%;
- presión atmosférica: 86 kPa a 106 kPa.

NOTA – Pueden indicarse otros valores en las especificaciones de producto.

8.1.2 Condiciones electromagnéticas. Las condiciones electromagnéticas del laboratorio deben ser tales que garanticen el funcionamiento correcto del ESE para no influir en los resultados del ensayo; en caso necesario, los ensayos deben realizarse en una jaula de Faraday.

En particular, el valor del campo electromagnético del laboratorio debe ser inferior al menos 20 dB que el correspondiente al nivel de ensayo elegido.

8.2 Realización del ensayo

El ensayo debe ser realizado conforme a un programa que incluya la comprobación de las prestaciones del ESE tal como se definen en la especificación técnica.

Los valores de la tensión de alimentación, de las señales y de otras magnitudes eléctricas funcionales deben estar dentro de sus márgenes especificados.

Si no se dispone de señales reales de funcionamiento, pueden ser simuladas.

Es necesario proceder a la comprobación previa de las prestaciones del equipo, antes de exponerle al campo magnético.

El campo magnético debe aplicarse al ESE mediante el método por inmersión, preparándole previamente conforme a lo indicado en 7.2.

El nivel de ensayo no debe exceder los valores de la especificación de producto.

NOTA – Con el propósito de detectar el lado y las posiciones más sensibles del ESE, principalmente si se trata de un equipo dispuesto sobre el suelo, puede utilizarse el método de proximidad con fines de investigación. Este método no se aplica para certificación. En la figura 5 se da un ejemplo de aplicación del campo por el método de proximidad.

La intensidad del campo de ensayo y la duración de éste deben estar conformes con el nivel de ensayo elegido, en función de los diferentes tipos de campos establecidos en el programa de ensayos (campo continuo o de corta duración).

a) Equipo de mesa

El equipo debe quedar sometido al campo magnético de ensayo producido por una bobina de inducción de dimensiones normalizadas (1 m x 1 m) y representada en la figura 3.

La bobina de inducción deberá ser girada 90° para exponer el ESE al campo de ensayo con orientaciones diferentes.

b) *Equipo situado sobre el suelo*

El equipo debe quedar sometido al campo magnético de ensayo producido por bobinas de inducción de dimensiones adecuadas, según se especifica en 6.2.1 b); el ensayo debe ser repetido desplazando la bobina de forma que todo el volumen ocupado por el ESE quede expuesto en cada dirección ortogonal.

El ensayo debe ser repetida desplazando la bobina a diferentes posiciones a lo largo del ESE, en saltos del 50% de la longitud del lado más corto de la bobina.

NOTA – El desplazamiento de la bobina de inducción en saltos del 50% de la longitud de su lado más corto produce el solapamiento de los campos de ensayo.

A continuación, la bobina de inducción debe ser girada 90° a fin de exponer el ESE al campo de ensayo según distintas orientaciones con el mismo procedimiento.

9 RESULTADOS E INFORME DEL ENSAYO

Este capítulo da una guía para la evaluación de los resultados y el informe de ensayo relativos a esta norma.

La variedad y diversidad de equipos y sistemas a ensayar hacen difícil la tarea de establecer los efectos de éste ensayo en los equipos y sistemas.

Los resultados de ensayo se clasificarán en base a las condiciones de operación y especificaciones funcionales del ESE, como las siguientes, salvo que se den especificaciones diferentes por los comités de producto o especificaciones de producto:

- 1 funcionamiento normal dentro de los límites especificados;
- 2 degradación temporal o pérdida de función o comportamiento autorecuperable;
- 3 degradación temporal o pérdida de función o comportamiento que requiere la intervención del operador o la puesta a cero del sistema;
- 4 degradación o pérdida de función no recuperable debida a daños en el equipo (componentes), el "software" o la pérdida de datos.

El equipo no deberá volverse peligroso o inseguro como resultado de la aplicación de los ensayos definidos en ésta norma.

En caso de ensayos de aceptación, el programa de ensayos y la interpretación de los resultados del ensayo deberán describirse en la norma específica de producto.

Como regla general, el resultado del ensayo es positivo si el equipo muestra su inmunidad, durante todo el período de aplicación del ensayo, y al final del mismo el ESE cumple con los requisitos técnicos establecidos en su especificación técnica.

La especificación técnica puede definir efectos en el ESE que puedan considerarse insignificantes y por tanto aceptables.

Para estas condiciones deberá verificarse que el equipo es capaz de recuperar sus capacidades operativas por sí mismo al final del ensayo; deberá por tanto anotarse el intervalo de tiempo durante el cual el equipo ha perdido sus capacidades funcionales. Estas verificaciones son obligatorias para la evaluación definitiva de los resultados del ensayo.

El informe de ensayo deberá incluir las condiciones y los resultados del ensayo.

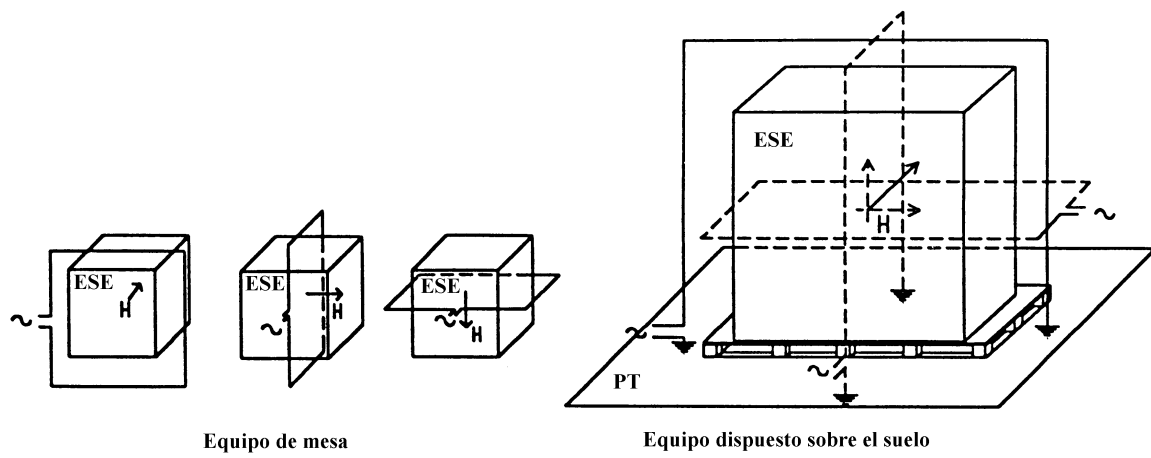
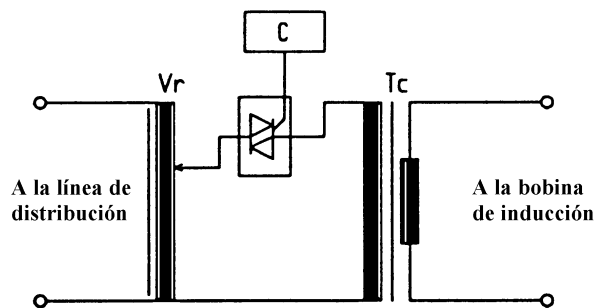


Fig. 1 – Ejemplo de aplicación del campo por el método por inmersión



- Vr: Regulador de tensión
- C: Circuito de control (continuo/corta duración)
- Tc: Transformador de intensidad

Fig. 2 – Esquema del generador de ensayo que produce el campo magnético a la frecuencia industrial

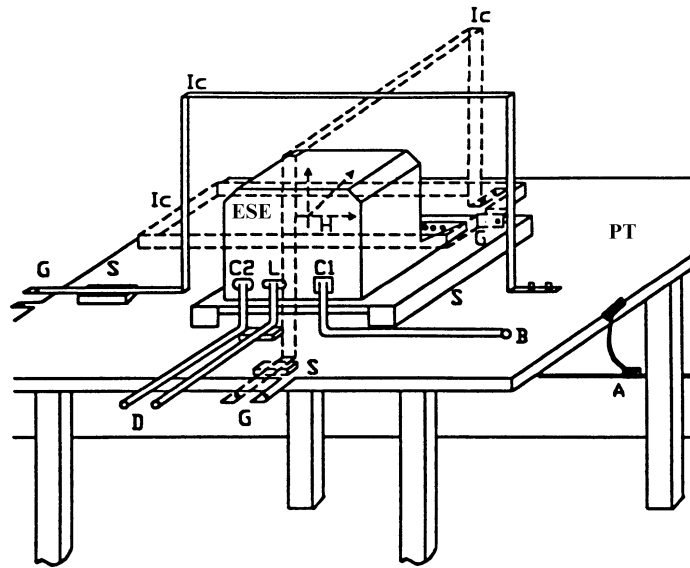


Fig. 3 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo de mesa

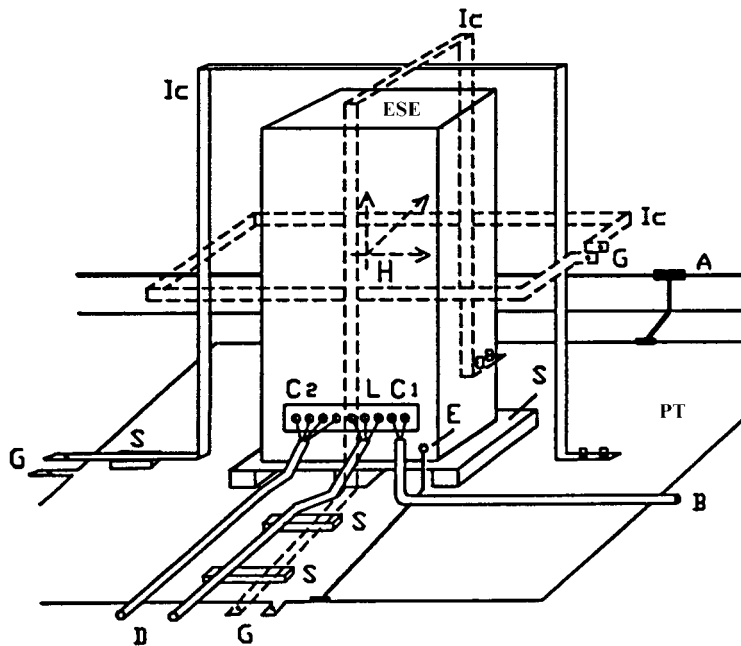


Fig. 4 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo dispuesto sobre el suelo

Referencias comunes a las figuras 3 y 4

PT:	Plano de tierra	C1:	Circuito de alimentación
A:	Tierra de seguridad	C2:	Circuito de señal
S:	SopORTE aislante	L:	Línea de comunicación
ESE:	Equipo sometido a ensayo	B:	A la fuente de alimentación
Ic:	Bobina de inducción	D:	Fuente de señales, simulador
E:	Terminal (borne) de tierra	G:	Al generador de ensayo

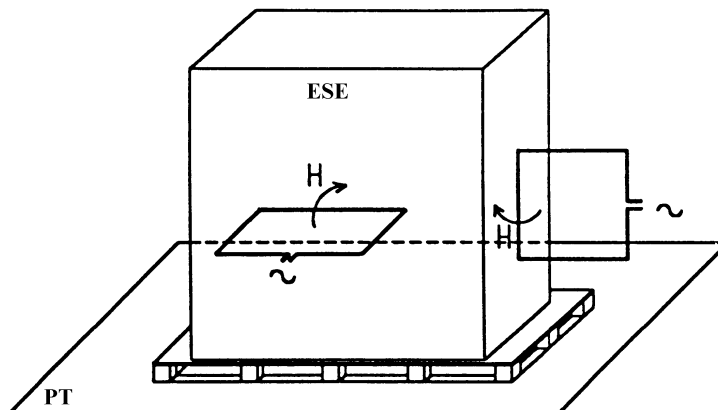
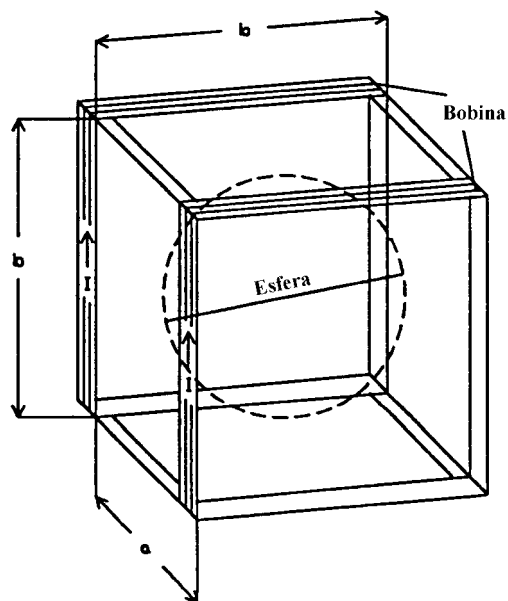


Fig. 5 – Ejemplo de investigación de la susceptibilidad a los campos magnéticos por el método de proximidad



n : Número de espiras en cada bobina a = Separación de las bobinas
 b : Lado de las bobinas (m) I = Valor de la corriente (A)
 H : Intensidad del campo magnético (A/m) $H= 1,22 \times n/b \times I$
 (con $a= b/2,5$ la no homogeneidad de la intensidad del campo magnético es de $\pm 0,2$ dB)

Fig. 6 – Representación de las bobinas de Helmholtz

ANEXO A (Normativo)

MÉTODO DE CALIBRACIÓN DE LAS BOBINAS DE INDUCCIÓN

A.1 Medida de los campos magnéticos

El ensayo del campo magnético se hace en condiciones de espacio libre, sin el ESE y a una distancia mínima de 1 m de las paredes del laboratorio y de cualquier material magnético.

El campo magnético puede ser medido con un sistema de sensores calibrados del tipo "efecto Hall" o multiespiras de un diámetro de un orden de magnitud menor que el de la bobina de inducción y un instrumento de medida de banda estrecha a la frecuencia industrial.

A.2 Calibración de la bobina de inducción

La calibración debe realizarse inyectando una corriente de calibración a la frecuencia industrial en la bobina de inducción, midiendo el campo magnético con sensores colocados en su centro geométrico.

Debe darse la orientación adecuada a los sensores con el fin de obtener el máximo valor.

El "factor de la bobina de inducción" se determinará para cada bobina de inducción como la relación "intensidad de campo/corriente de inyección" (H/A).

El "factor de bobina" determinado en corriente alterna no está relacionado con la forma de onda de la corriente, porque es un parámetro característico de la bobina de inducción; por consiguiente puede utilizarse para evaluar el campo magnético a la frecuencia de la red.

Para una bobina de dimensiones normalizadas, el factor de bobina se determina por su fabricante, pudiendo ser comprobado con medidas de laboratorio antes de realizar los ensayos.

ANEXO B (Normativo)**CARACTERÍSTICAS DE LAS BOBINAS DE INDUCCIÓN****B.1 Generalidades**

En este anexo se consideran los problemas de generación de los campos magnéticos.

En la primera parte, se han estudiado los métodos por inmersión y de proximidad.

Para conocer los límites dentro de los cuales se aplican dichos métodos, se ha profundizado en ciertas cuestiones.

A continuación se exponen las razones para la elección de los valores.

B.2 Requisitos de la bobina de inducción

Se acepta para la bobina una " tolerancia de 3 dB respecto del campo de medida en el volumen ocupado por el ESE"; esta tolerancia ha sido considerada como un compromiso técnico razonable con relación a un ensayo caracterizado por niveles rigurosamente separados 10 dB, debido a los límites prácticos de generación de campos constantes en un amplio rango de volúmenes.

La constancia del campo es un requisito limitado a una dirección única, ortogonal al plano de la bobina. El campo en direcciones diferentes se obtiene haciendo girar la bobina en el curso de las diferentes fases del ensayo.

B.3 Características de la bobina de inducción

En los diagramas siguientes se presentan las características de bobinas de inducción de diferentes dimensiones, adecuadas para los ensayos de los equipos de mesa o para los equipos dispuestos sobre el suelo:

- características del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en su plano (véase figura B.1);
- área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en su plano (véase figura B.2);
- área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de la bobina) (véase figura B.3);
- área a 3 dB del campo generado por dos bobinas de inducción cuadradas (de 1 m de lado), separadas 0,6 m, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal a los planos de las bobinas) (véase figura B.4);
- área a 3 dB del campo generado por dos bobinas de inducción cuadradas (de 1 m de lado), separadas 0,8 m, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal a los planos de las bobinas) (véase figura B.5);
- área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) en su plano (véase figura B.6);
- área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) en su plano (considerando el plano de tierra como un lado de la bobina) (véase figura B.7);
- área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) con plano de tierra, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de la bobina) (véase figura B.8).

Deben adoptarse los criterios siguientes en la elección de la forma, disposición y dimensiones de las bobinas de inducción:

- el área a 3 dB en el interior y en el exterior de la bobina en función de su forma y dimensiones;
- para una intensidad de campo dada, el valor de la corriente, la alimentación y la energía del generador de ensayo son proporcionales a las dimensiones de la bobina de inducción.

B.4 Resumen de las características de las bobinas de inducción

Sobre la base de los datos sobre la distribución del campo generado por bobinas de diferentes tamaños, y considerando la aplicación del método de ensayo presentado en esta norma a los diferentes tipos de equipos, las conclusiones que pueden deducirse son las siguientes:

- *una bobina cuadrada de 1 m de lado*: volumen de ensayo de 0,6 m x 0,6 m x 0,5 m (altura) (separación mínima de 0,2 m entre el ESE y la bobina);
- *dos bobinas cuadradas de 1 m de lado, separadas 0,6 m*: volumen de ensayo de 0,6 m x 0,6 m x 1 m (altura) (separación mínima de 0,2 m entre el ESE y la bobina); aumento de la separación de la bobina hasta 0,8 m y de la altura máxima de ensayo hasta 1,2 m (véase el área a 3 dB en el plano ortogonal principal);
- *una bobina rectangular de 1 m x 2,6 m*: volumen de ensayo de 0,6 m x 0,6 m x 2 m (altura). (Distancias mínimas de 0,2 m y 0,3 m entre el ESE y la bobina, en el sentido horizontal y en el sentido vertical, respectivamente); si la bobina se fija al plano de tierra es suficiente una distancia de 0,1 m.

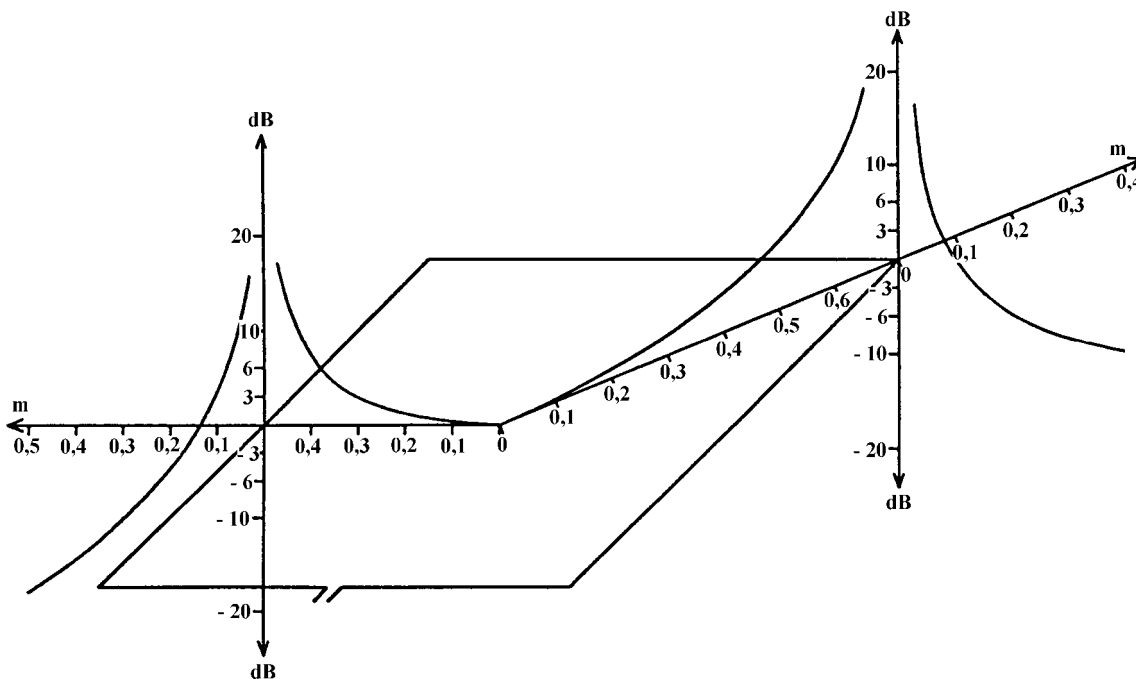


Fig. B.1 – Características del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en su plano

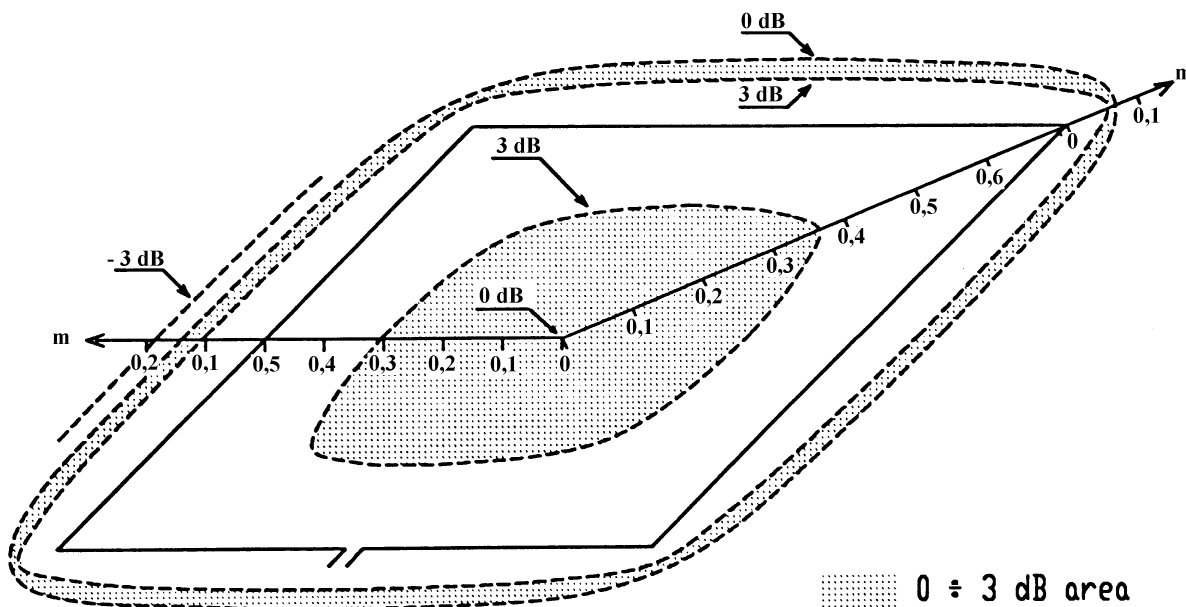


Fig. B.2 – Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en su plano

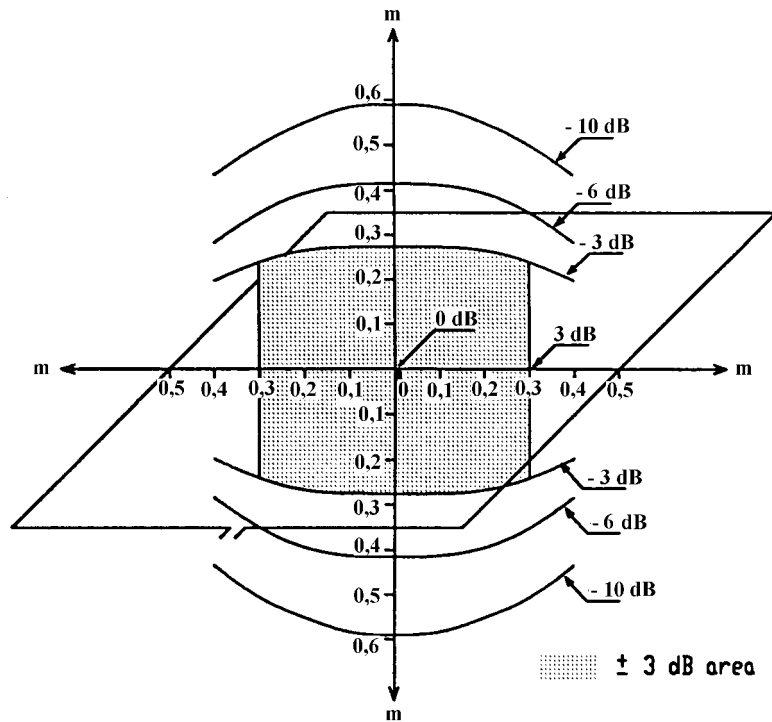


Fig. B.3 – Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción cuadrada (de 1 m de lado) en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de la bobina)

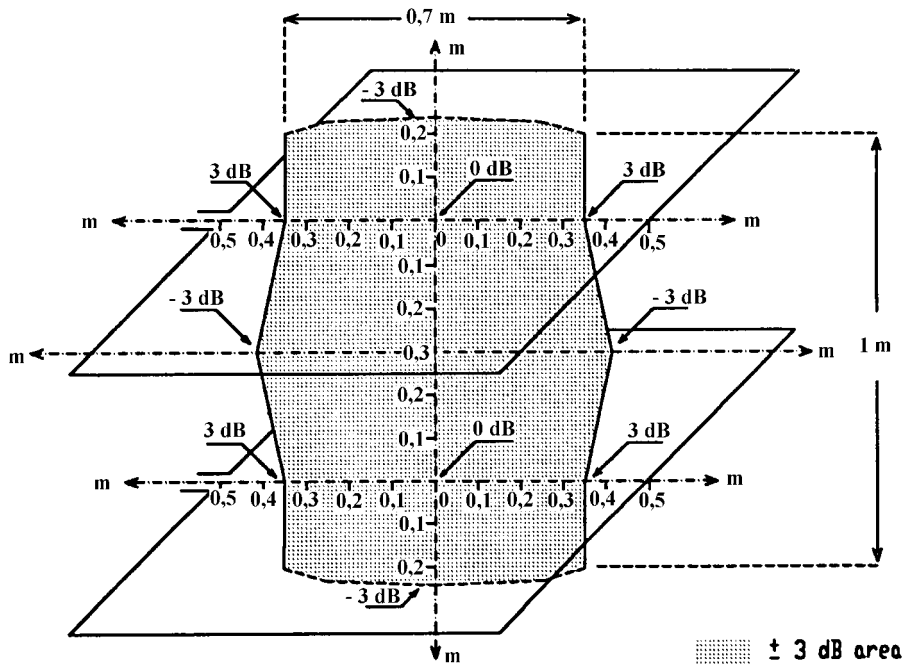


Fig. B.4 – Área a 3 dB del campo generado por dos bobinas de inducción cuadradas (de 1 m de lado), separadas 0,6 m, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de las bobinas)

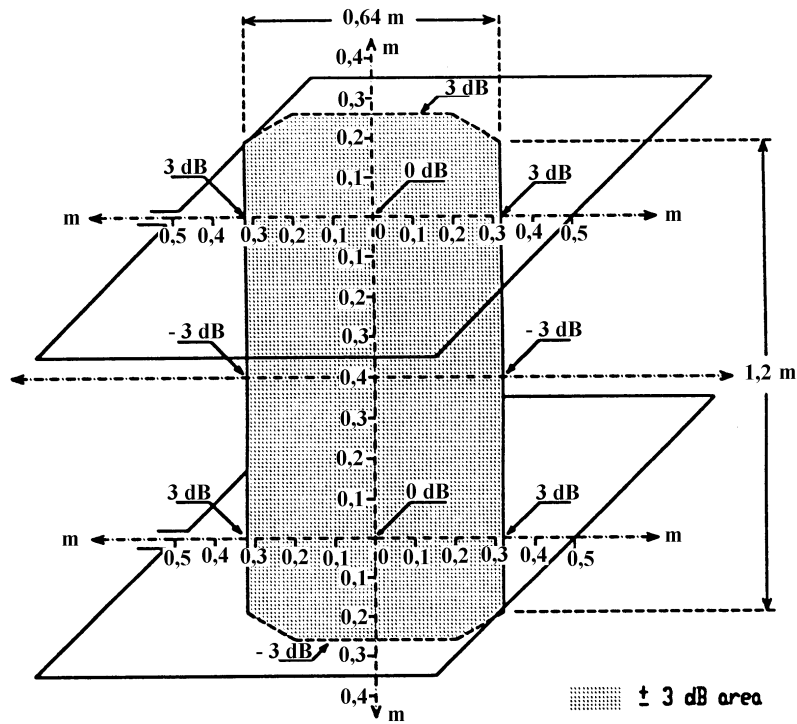


Fig. B.5 – Área a 3 dB del campo generado por dos bobinas de inducción cuadradas (de 1 m de lado), separadas 0,8 m, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de las bobinas)

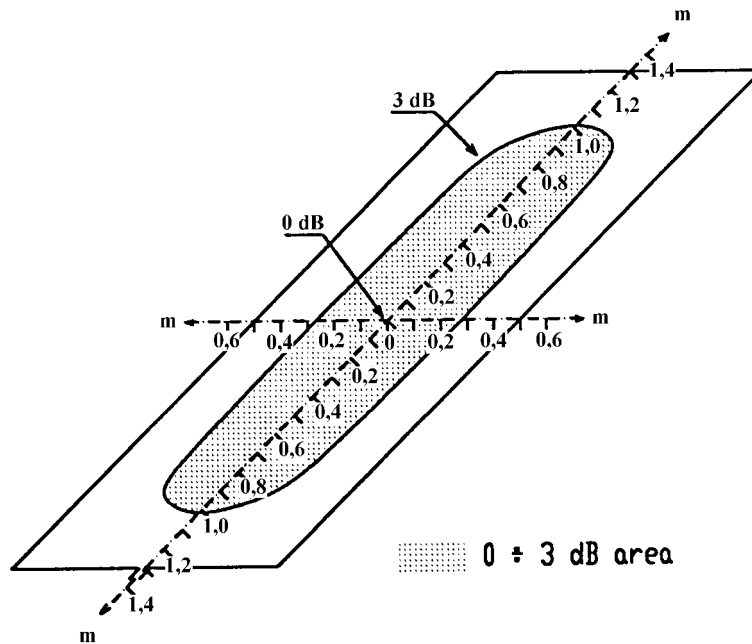


Fig. B.6 – Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) en su plano

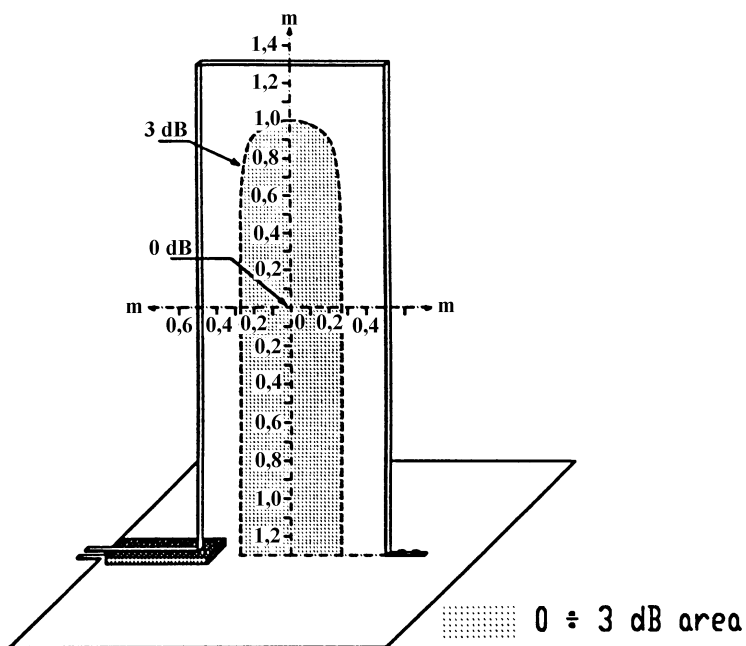


Fig. B.7 – Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) en su plano (considerando el plano de tierra como un lado de la bobina)

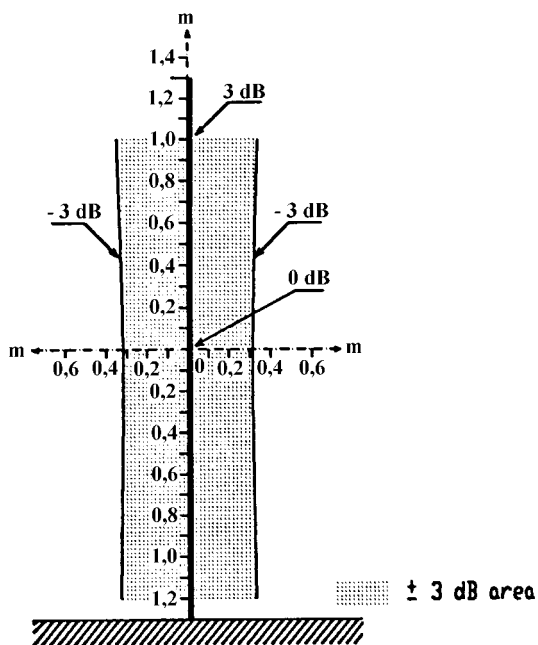


Fig. B.8 – Área a 3 dB del campo generado por una bobina de inducción rectangular (de 1 m x 2,6 m) con plano de tierra, en el plano ortogonal medio (componente ortogonal al plano de la bobina)

ANEXO C (Informativo)
SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE ENSAYO

Los niveles de ensayo deben ser elegidos teniendo en cuenta las condiciones de instalación y entorno más reales.

Estos niveles se indican en el capítulo 5.

Los ensayos de inmunidad son correlativos a dichos niveles a fin de determinar un nivel de comportamiento que corresponda al entorno en el cual se espera que el equipo funcione. En el anexo B se expone una relación de intensidades de campo magnético a la frecuencia industrial.

El nivel de ensayo debe ser elegido de acuerdo con:

- el entorno electromagnético;
- la proximidad de las fuentes de perturbación que puedan afectar al equipo concernido;
- los márgenes de compatibilidad.

En consideración a las prácticas de instalación habituales, la selección de los niveles de ensayo para los campos magnéticos podría hacerse con la siguiente orientación:

Clase 1: Nivel de entorno en el que puede ser utilizado un aparato sensible que comporta un haz electrónico.

Las pantallas, los microscopios electrónicos, etc., son aparatos representativos.

NOTA – El 90% de las pantallas de ordenador están sometidas a 1A/m aproximadamente. Sin embargo, las pantallas situadas cerca de fuentes de perturbación como transformadores o líneas de energía deben hacer frente a niveles más elevados, que deben ser fijados por los comités de producto. (Pueden ser necesarias otras disposiciones como el alejamiento de la pantalla con relación a estas fuentes).

Clase 2: Entorno muy protegido

El entorno se caracteriza por las siguientes condiciones:

- ausencia de aparatos eléctricos tales como transformadores de potencia que puedan dar lugar a flujos de fugas;
- zonas no sometidas al efecto de conmutación de las barras de alta tensión por los seccionadores.

Pueden ser representativas de este entorno las *zonas protegidas de las viviendas, oficinas y hospitales*, alejadas de los conductores de tierra de los sistemas contra el rayo y las *zonas blindadas de las instalaciones industriales y de las subestaciones de alta tensión*.

Clase 3: Entorno protegido

El entorno se caracteriza por las siguientes condiciones:

- equipos eléctricos y cables que pueden dar lugar a flujos de fugas o a campos magnéticos;
- proximidad de conductores de tierra de los sistemas de protección;
- circuitos de media tensión y barras de alta tensión alejadas (algunos centenares de metros) respecto del equipo concernido.

Pueden ser representativos de este entorno las *zonas comerciales, centros de control, zonas de industria ligera, salas de ordenadores de las subestaciones de alta tensión*.

Clase 4: Entorno típicamente industrial

El entorno se caracteriza por las siguientes condiciones:

- líneas de alimentación cortas tales como juegos de barras, etc;
- aparatos eléctricos de alta tensión que pueden dar lugar a flujos de fugas;
- conductores de tierra de los sistemas de protección;
- circuitos de media tensión y barras de alta tensión relativamente alejados (algunas decenas de metros) respecto del equipo concernido.

Pueden ser representativos de este entorno las zonas de industria pesada y centrales de energía y las salas de control de las subestaciones de alta tensión.

Clase 5: Entorno de gran densidad industrial

El entorno se caracteriza por las siguientes condiciones:

- conductores, juegos de barras o líneas de media o alta tensión por los que circulan decenas de kA;
- conductores de tierra de los sistemas de protección;
- proximidad de barras de media o alta tensión;
- proximidad de aparatos eléctricos de alta tensión.

Pueden ser representativos de este entorno las zonas inmediatas a las zonas de industria pesada y a las centrales eléctricas de media y alta tensión.

Clase X: Entorno especial

La mayor o menor distancia electromagnética de las fuentes perturbadoras respecto de los circuitos de los equipos, cables, líneas, etc., y la calidad de las instalaciones pueden hacer necesario utilizar un nivel superior o inferior a los indicados más arriba. Debería tenerse en cuenta que las líneas de equipo de un nivel más elevado pueden penetrar en un entorno menos severo.

ANEXO D (Informativo)

**INFORMACIÓN SOBRE LA INTENSIDAD DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS
A FRECUENCIA INDUSTRIAL**

En este anexo se presentan ejemplos de valores de intensidad de campos magnéticos. Aunque no de forma exhaustiva, los mencionados valores pueden dar información sobre la intensidad de campo esperada en diferentes lugares y/o situaciones. Los comités de productos pueden tenerlos en cuenta en la selección de los niveles de ensayo estrictamente adecuados a cada aplicación específica.

Estos valores se han obtenido de la bibliografía existente y/o de medidas conocidas.

a) Aparatos domésticos

La tabla D.1 presenta el resultado de un estudio realizado sobre los campos magnéticos producidos por unos 100 aparatos de 25 tipos diferentes. La intensidad de campo se mide en la superficie de los aparatos (está relativamente localizada) y a distancias mayores. A distancias de 1 m o más, la intensidad de campo no varía más del 10% al 20% del valor máximo esperado cualquiera que sea la dirección de la medida respecto del aparato. El campo magnético ambiente detectado en los locales donde les fueron efectuadas las medidas variará entre 0,05 A/m y 0,1 A/m.

Las averías que se producen en las líneas domésticas de baja tensión producen intensidades de campo superiores a las especificadas, dependiendo de la intensidad de la corriente de cortocircuito de cada instalación; la duración de estas perturbaciones es del orden de algunos centenares de ms, dependiendo de los dispositivos de protección instalados.

Tabla D.1

**Valores de la intensidad de campo magnético máxima producida por los aparatos domésticos
(resultado de las medidas con 100 aparatos de 25 tipos diferentes)**

Distancia a la superficie del aparato	d = 0,3 m	d = 1,5 m
95% de medidas Medida más elevada	0,03 A/m - 10 A/m 21 A/m	< 0,1 A/m 0,4 A/m

b) Líneas de alta tensión

Considerando que el campo magnético depende de la configuración de la línea y de sus condiciones de carga y eventuales averías, el perfil de campo puede ser más significativo para determinar el entorno electromagnético que puede afectar al equipo.

La información de orden general sobre los efectos producidos en el entorno por las líneas de alta tensión se expresa en la norma CEI 1000-2-3.

En la tabla D.2 se indica el resultado cuantitativo de las medidas de campo real.

Tabla D.2

Valores de la intensidad del campo magnético generado por una línea de 400 kV

Bajo la torre soporte	Bajo el punto medio del vano	A una distancia de 30 m lateral
10 A/m/kA	16 A/m/kA	aprox. 1/3 de estos valores

c) *Zona de subestaciones de alta tensión*

El resultado cuantitativo de las medidas del campo real, relativas a subestaciones de alta tensión de 220 kV y 400 kV, aparece en el tabla D.3.

Tabla D.3

Valores de la intensidad de campo magnético en zonas de subestaciones de alta tensión

Subestación	220 kV	400 kV
Bajo los juegos de barras cerca de una conexión a una línea que transporta unos 0,5 kA	14 A/m	9 A/m
En la sala de relés (caseta)	En proximidad a los registradores gráficos de estados, a 0,5 m aproximadamente: 3,3 A/m En proximidad a un transformador de medida de tensión: d = 0,1 m: 7,0 A/m d = 0,3 m: 1,1 A/m	
En la sala de equipos	0,7 A/m como máximo	

d) *Centrales eléctricas y plantas industriales*

Las medidas se realizaron en diferentes zonas de una central eléctrica; la mayor parte de los resultados son comparables a los de las plantas industriales, con referencia a las líneas de alimentación y a los equipos eléctricos.

El resultado de las medidas de campo real aparece en la tabla D.4.

Tabla D.4

Valores de la intensidad de campo magnético en las centrales eléctricas

Fuente de campo magnético	Campo (A/m) a una distancia de:			
	0,3 m	0,5 m	1 m	1,5 m
Juegos de barras de media tensión que transportan una corriente de 2,2 kA*	14-85	13,5-71	8,5-35	5,7
Transformador de media/alta tensión de 190 MVA, cargado al 50%	-	-	6,4	-
Celdas de 6 kV*	8-13	6,5-9	3,5-4,3	2-2,4
Cables trenzados para 6 kV	-	2,5	-	-
Bombas de 6 MVA (a plena carga 0,65 kA)	26	15	7	-
Transformador media/baja tensión de 600 kVA	14	9,6	4,4	-
Sala de control, registrador de agujas	10,7	-	-	-
Sala de equipos alejada de las fuentes magnéticas	0,9			

* Estos rangos incluyen los valores relativos a las diferentes direcciones, correspondientes a la distancia y geometría de la instalación.

ANEXO ZA (Normativo)

**OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA
CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES**

Esta Norma Europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones citadas con fecha, sólo se aplican a esta Norma Europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación (incluyendo sus modificaciones).

Cuando una norma internacional haya sido modificada por modificaciones comunes CENELEC, indicado por (mod), se aplica la EN/HD correspondiente.

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE equivalente¹⁾
68-1	1988	Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía	HD 323.1 S2	1988	20501-1:1994

1) Esta columna se ha introducido sobre el anexo original de la Norma Europea EN y únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección Fernández de la Hoz, 52
28010 Madrid-España

Teléfono (91) 432 60 00

Telefax (91) 310 36 95

Telegrama AENOR

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DE VIGO